

УДК 631.3.076 62.59

## АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

**О. Митрофанов, І. Лілевман, О. Лілевман**  
*Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

*У статті наведені результати аналітичних досліджень щодо формування загальних вимог до гальмівних систем сільгоспмашин з гідростатичним приводом тягових коліс з розробкою відповідного СОУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.*

**Ключові слова:** *Самохідні сільськогосподарські машини, гідростатичний привод коліс, системи гальмівні, загальні вимоги.*

**Вступ.** Розвиток інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві вимагає застосування все більш потужних самохідних машин. У переважній більшості з них привод тягових коліс реалізується з використанням гідростатичної трансмісії (ГСТ).

Існує достатньо чинників, які змушують самохідні сільськогосподарські машини (з яких найбільша група за чисельністю - це зернозбиральні комбайни, а також машини для збирання інших культур, самохідні обприскувачі, розкидачі добрив тощо) рухатися по дорогах загального призначення, а саме:

- збільшення числа потужних, міжрегіонально-інтегрованих агрохолдингів, що потребує переміщення на великі відстані високопродуктивної збиральної техніки;

- гострий брак збиральної техніки в агрогосподарствах України, що зумовлює високу інтенсивність переміщення зернозбиральних комбайнів, відповідно зі строками досягання зернових і технічних культур у різних регіонах країни;

- недостатня розвиненість тралових перевезень;

- суттєве збільшення транспортних швидкостей самохідних сільгоспмашин, що робить їх самохідне переміщення на великі відстані економічно доцільним.

**Постановка проблеми, актуальність та новизна роботи.** Один із основних факторів, які забезпечують безпеку дорожнього руху транспортних засобів є ефективність роботи гальм. На цей час в стандартах України, міждержавних стандартах та стандартах Європейського і Митного союзів відсутні вимоги до гальмівних систем сільськогосподарських машин з

гідростатичним приводом тягових коліс та нормативів їх ефективності, тому розробка відповідного стандарту державного рівня, (а на першому етапі СОУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого Міністерства агропромислового комплексу та продовольства України) є актуальною та своєчасною і має очевидну новизну

**Мета досліджень** – визначення загальних вимог до гальмівних систем самохідних сільськогосподарських машин з гідростатичним приводом тягових коліс, у яких:

- у конструкції трансмісії відсутні механізми зчеплення, що виключає можливість усунення впливу ГСТ на процес гальмування;
- гідростатичний привод тягових коліс також використовується як гальмівна система, а саме - для зменшення швидкості руху машини аж до її повної зупинки та утримання в нерухомому стані під дією опору руху, що створює гідромотор (гідромотори).

**Завдання досліджень** На основі проведеного аналізу нормативних вимог міжнародних та національних стандартів до гальмівних систем самохідних сільгоспмашин та проведених досліджень таких машин, як об'єктів стандартизації відносно гальмівних систем [1, 2], розробити стандарт УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого з вимогами до гальмівних систем цього типу машин.

СОУ, який розроблюється, призначений для проектування, виробництва, випробувань та оцінки відповідності самохідних сільськогосподарських машин з гідростатичним приводом тягових коліс вимогам технічних регламентів, стандартів та інших нормативних документів.

Застосування розробленого стандарту дозволить чітко сформулювати вимоги до безпечності машин, які беруть участь у дорожньому русі, стосовно гальмівних систем та критеріїв їх ефективності.

## **Виклад основного матеріалу досліджень.**

### ***1.1 Самохідні сільгоспмашини як об'єкти стандартизації***

На цей час нормативні вимоги щодо ефективності дії гальм визначаються в Україні згідно з ГОСТ 12.2.019 [3]. Відповідно до п. 1.19 стандарту «тормозные системы машин и тракторов должны обеспечивать тормозной путь  $S_0$  в метрах при скорости  $V_0$  в километрах в час в момент начала торможения, рассчитанный по эмпирическим формулам:

- для тракторов при холодных тормозах:

$$S_0 \leq 0,1V_0 + (V_0^2 : 90); \quad (1)$$

- для машин при холодных тормозах:

$$S_0 \leq 0,18V_0 + (V_0^2 : 90) \text{ »}, \quad (2)$$

Але ці нормативні вимоги, більш ніж 30-річної давнини, не відповідають у повній мірі технічному рівню сучасних самохідних сільгоспмашин, у тому числі через значне збільшення їхніх транспортних швидкостей (до 30-40 км/год).

Також вимоги стандарту не враховують того, що переважна більшість самохідних сільгоспмашин оснащена гідростатичними приводами тягових коліс (гідростатичними трансмісіями (ГСТ), що причиняє такі функціональні особливості:

- ГСТ з високою швидкістю здатна створювати на тягових колесах максимальний гальмівний момент, еквівалентний максимальному тяговому моменту, і використовується відповідним чином як гальмівна система, яка потребує нормативної оцінки;
- машини з ГСТ в переважній більшості не мають механізму розриву силового потоку під час руху між трансмісією і тяговими колесами і тому фрикційна гальмівна система не може ефективно спрацювати без одночасного екстреного зменшення швидкості машини гідростатичною трансмісією. Таким чином екстрене робоче гальмування повинно бути комбінованим, а саме – в результаті дії фрикційних гальм і ГСТ одночасно, причому ці скоординовані дії повинні виконати оператор машини.

### **1.2 Самохідні сільгоспмашин як об'єкти оцінки відповідності вимогам технічних регламентів**

У практиці європейського та вітчизняного технічного регулювання самохідні сільгоспмашини, як дорожньо-транспортні засоби (ДТЗ), не визначені ні за категоріями, ні за типами на відміну від тракторів та причіпних сільгоспмашин [4] (табл. 1).

**Таблиця 1 – Категорії тракторів та причіпних сільгоспмашин як дорожньо-транспортних засобів за «Технічним регламентом затвердження типу сільськогосподарських та лісгосподарських тракторів, їх причепів та змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів», який діє в Україні**

Категорія	Тип машини	Максимальна швидкість, км/год	Макс. маса (навантаження на вісь), кг	Дорожній просвіт, мм
1	2	3	4	5
T1	Колісні трактори	до 40	понад 600	більше 1000
T2	Колісні трактори	до 40	понад 600	більше 600
T3	Колісні трактори	до 40	до 600	-
T4	Колісні трактори спец. призначення	До 40	-	-
T5	Колісні трактори	більше 40	-	-
S1	Змінне причіпне знаряддя	а – до 40 в – понад 40	до 3500	-
S1	Змінне причіпне знаряддя	а – до 40 в – понад 40	понад 3500	-

Примітка. Для спрощення в таблицю 1 не внесені ДТЗ категорій С (гусеничні трактори) та R (причепи).

Відсутність класифікації самохідних сільгоспмашин як транспортних засобів, напевно, є однією із причин відсутності диференційованих вимог до їхніх гальмівних систем залежно від типів, особливостей конструкції, маси, максимальної швидкості тощо.

На цей час у переліку стандартів до чинного технічного регламенту безпеки машин [5], вимогам яких повинні відповідати самохідні сільгоспмашини, відсутній будь-який нормативний документ стосовно вимог до гальмівних систем, навіть такий застарілий, як ГОСТ 12.2.019.

Отже не визначено, на відповідність яким нормативним вимогам треба оцінювати гальмівні системи самохідних сільгоспмашини під час оцінювання відповідності типу машин вимогам технічних регламентів.

Перелік відповідних міжнародних і національних нормативних документів, які проаналізовані фахівцями Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого в процесі дослідження цієї проблеми, наведений у таблиці 2.

Таблиця 2 – Перелік нормативних документів, які визначають вимоги до гальмівних характеристик та методів їх визначення

№ п/п	Позначення та назва НД	Чинність у країнах	На яку техніку розповсюджується
1	2	3	4
1	ГОСТ 12.2.019-86 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности	Стандарт СРСР. Чинний в Україні	Трактори сільськогосподарського та промислового призначення, самохідні сільгоспмашини
2	ГОСТ 12.2.019-2005 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности	Стандарт Євразійської Ради. Чинний у країнах Митного союзу	Трактори сільськогосподарського призначення, самохідні сільгоспмашини
3	ГОСТ 12.2.002.3-91 ССБТ Сельскохозяйственные и лесные транспортные средства. Определение тормозных характеристик	Міждержавний стандарт. Чинний в Україні	Трактори сільськогосподарського та лісогосподарського призначення, самохідні сільгоспмашини, напівнавісні, монтовані, причіпні та напівпричіпні сільгоспмашини та тракторні причепа

продовження таблиці 2

1	2	3	4
4	ДСТУ ISO 3450:2004 Машини землерийні. Системи гальмівні машин з гумовими шинами. Вимоги до систем, їхні характеристики та методика випробування (ISO 3450:1996, IDT)	Чинний в Україні як гармонізований міжнародний стандарт	Самохідні навантажувачі на гумових шинах, трактори, грейфери, навантажувачі зі зворотною лопатою, самохідні скрепери, екскаватори, самоскиди
5	ДСТУ ISO 5697:2005 Засоби транспортні сільськогосподарські та лісогосподарські. Визначення гальмівних характеристик	Чинний в Україні як гармонізований міжнародний стандарт	Трактори, самохідні сільськогосподарські та лісогосподарські машини, причіпні сільськогосподарські машини та причепа
6	Директива Ради ЄС 76/432/ЄЕС від 6 квітня 1976 р. щодо наближення законодавства держав членів ЄС стосовно вимог до гальмівних пристроїв колісних сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів	На час досліджень чинна в ЄС для затвердження типу тракторів стосовно гальмівних систем	Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори
7	Правила допуску транспортних засобів до вуличного руху StVZO	Чинні у ФРН	ДТЗ, в тому числі технологічні машини сільськогосподарського, лісогосподарського та промислового призначення з гідростатичним приводом
8	ASAE S365/3/1997 Контрольні процедури та критерії ефективності гальмування сільгоспобладнання	Чинні у США з відповідним щорічним оновленням	Сільськогосподарські трактори, самохідні та причіпні машини, причепа

Із представлених у таблиці 2 нормативних документів для оцінки гальмівних властивостей самохідних сільгоспмашин логічно, перш за все, керуватися вимогами Директиви 76/432/ЄЕС [6], яка діє відносно гальмівних систем сільськогосподарських тракторів.

*Пояснення* На час проведення досліджень, розроблений УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого ДСТУ 8373 [7] не діяв, тому у статті наведені посилання на вимоги Директиви, які щодо вимог, прийнятих до уваги, повністю збігаються з вимогами вказаного ДСТУ.

Вимоги Директиви 76/432/ЄЕС відносяться до тракторів з максимальною проектною швидкістю 40 км/год – це той діапазон швидкості, яку досягають сучасні самохідні збиральні машини. Згідно з п. 2.1.1.1 цього документа максимальний гальмівний шлях  $S_{\max}$  в метрах зі швидкістю  $V_0$  в кілометрах на годину в момент початку гальмування розраховується за формулою:

$$S_{\max} \leq 0,15V_0 + (V_0^2 : 116), \quad (3)$$

Застереження п. 4.1.2.1.1 Директиви 76/432/ЄЕС стосовно того, що «водій повинен мати можливість привести в дію головні гальма зі свого сидіння та продовжувати керування механізмом повороту, як мінімум однією рукою», відповідають особливостям гальмування самохідних сільгоспмашин, оскільки під час комбінованого гальмування самохідної сільгоспмашини водій одночасно ногою керує фрикційними гальмами за допомогою відповідної педалі (зблокованих педалей) та однією рукою керує гідростатичною трансмісією за допомогою відповідного важеля, а другою рукою може керувати механізмом повороту.

Але наведені у Директиві 76/432/ЄЕС вимоги до гальмівних систем тракторів не в повній мірі враховують зазначені в п. 1.1 цієї статті конструктивні особливості самохідних сільгоспмашин з гідростатичним приводом коліс, внаслідок чого - не нормують ефективність гальмування гідростатичною трансмісією та фрикційними гальмами окремо, та ефективність гальмування під час їх комбінованої дії.

У нормативному документі ФРН «Правила допуску до вуличного руху» (StVZO)» [8] викладені вимоги до гальмівних систем транспортних засобів з гідростатичним приводом коліс.

Спеціальний розділ § 41 цих «Правил ...» стосується транспортних засобів з гідростатичною трансмісією, які мають швидкість до 40 км/год. Суттєвим у цьому розділі є те, що транспортні засоби розбиті на класи згідно з їх максимальною швидкістю з відповідними диференційованими вимогами до характеристик гальмівних систем. Також для машин з ГСТ вводяться поняття «комбіноване гальмування» та нормативні вимоги до комбінованого гальмування, а також гальмування ГСТ та фрикційними гальмами окремо.

Порівнюючи вимоги ГОСТ 12.2.019 з вимогами нормативного документа ФРН StVZO необхідно зазначити, що вимоги ГОСТ 12.2.019, щодо нормативів ефективності гальмівних систем сільгоспмашин, відповідають вимогам § 41 StVZO до нормативів ефективності гальмівних систем машин класу В, які мають максимальну швидкість до 25 км/год.

Для машин зі швидкістю до 40 км/год за § 41 StVZO повинні діяти вимоги до гальмівних характеристик машин класу С, які відповідають також вимогам стосовно тракторів зі швидкістю до 40 км/год за Директивою 76/432/ЄЕС.

Суттєвим доповненням до вимог за ГОСТ 12.2.019 є наявність вимог до ефективності як холодних, так і гарячих гальм.

Досить суттєвими, з точки зору узагальнення вимог нормативних документів, є вимоги стандарту ASAE S365/3/1997 «Контрольні процедури та критерії ефективності гальмування сільгоспобладнання» [9], більш пізня версія якого діє зараз у США.

Важливим є те, що:

- за класами, відповідно до призначення і конструктивних особливостей, розподілені як трактори, так і самохідні сільгоспмашини та спеціальні самохідні сільгоспмашини (до яких відносяться зернозбиральні комбайни), сільськогосподарські тягачі та сільськогосподарські причіпні машини;

- стандарт вміщує не тільки вимоги до гальмівних характеристик, але і методи їх визначення, причому за п. 7.1.3 визначені умови, за яких «керований привод обертання», яким по суті є ГСТ, має бути задіяний під час тестування гальмівної системи.

### ***1.3 Взаємозв'язок розробленого стандарту УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого з дослідженими нормативними документами***

Цей СОУ розроблений у доповнення та видозміну вимог ГОСТ 12.2.019 відносно сільськогосподарських машин з гідростатичним приводом тягових коліс. СОУ базується на вивченні, аналізі та взаємоузгодженні нормативних документів переважно загальноєвропейського та національного рівня стосовно безпеки дорожнього руху та безпеки машин.

Зважаючи на конструктивні та функціональні особливості самохідних сільгоспмашин з гідростатичним приводом коліс щодо гальмівних систем та процесів гальмування, за основу вимог та нормативів СОУ прийняті вимоги § 41 StVZO, а саме - розділу вимог до гальмівних систем ДТЗ з гідростатичним приводом. Зважаючи на те, що ці вимоги відносяться до машин різноманітного призначення, деякі загальні положення, спираючись на функціональне призначення сільгоспмашин та їх конструктивні особливості, прийняті з вимог Директиви Ради ЄС 76/432/ЄЕС до гальмівних систем тракторів, як найбільш близьких машин за галуззю застосування, способами транспортування, транспортними швидкостями та іншими ознаками.

Що стосується методів визначення гальмівних характеристик вищезазначеного типу машин, то в чинних в Україні методичних стандартах ДСТУ ISO 5697 [10] та ГОСТ 12.2.002.3 [11] відсутня методологія визначення характеристик ефективності дії гальмівних систем під час комбінованого гальмування та під час гальмування фрикційними гальмами і ГСТ окремо.

Для реалізації єдиного підходу у визначенні гальмівних характеристик самохідних сільгоспмашин щодо комбінованого та роздільного гальмування

фрикційними гальмівними системами та ГСТ у розвиток чинного ДСТУ ISO 5697 потрібне розроблення нормативного документа на методику визначення гальмівних характеристик цього типу машин.

Необхідно відмітити, що на основі проведених досліджень [1, 2] це завдання в основному реалізовано розробкою фахівцями Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого СОУ 74.3.-37-04604309-007 [12], який необхідно буде лише уточнити та доповнити відповідно до вимог розробленого СОУ на вимоги до гальмівних систем.

### **Висновки.**

Протягом 2014-2015 рр. на основі досліджень, результати яких представлені у цій статті, фахівцями Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого розроблений СОУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого «Самохідні сільськогосподарські машини. Системи гальмівні. Загальні вимоги».

У СОУ враховані підходи держав Європейського союзу та США щодо вимог до гальмівних систем самохідних машин з гідростатичним приводом тягових коліс включно з нормуванням ефективності дії цих систем.

Вимоги цього стандарту знайдуть застосування під час проектування, виготовлення і випробувань нових сільськогосподарських машин та таких, які були в користуванні.

### **Література**

1. Експериментальні дослідження гальмівних характеристик самохідних сільгоспмашин з гідравлічним приводом тягових коліс: звіт про НДР/ Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; керівник О. П. Митрофанов. □ № держреєстрації 0108U000317 Інв. № 0208U002435 – Херсон: Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2007. – 27 с.

2. Дослідження процесів гальмування самохідних сільгоспмашин з гідравлічним приводом тягових коліс та розробка методики визначення гальмівних характеристик даного типу машин: звіт про НДР/ Південно - Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; керівник О. П. Митрофанов. □ № держреєстрації 0108U003517 □ Херсон: Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2008. – 49 с.

3. ГОСТ 12.2.019 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.

4. Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів, затв. постановою КМУ від 28.12.2011р. № 1367.

5. Технічний регламент безпеки машин, затв. постановою КМУ від 30.01.2013 р. № 62.



6. Директива Ради ЄС 76/432/ЄЕС від 6 квітня 1976 р. щодо наближення законодавства держав членів ЄС стосовно вимог до гальмівних пристроїв колісних сільськогосподарських та лісгосподарських тракторів.

7. ДСТУ 8373:2015 Сільськогосподарські та лісгосподарські колісні трактори. Системи гальмівні. Загальні вимоги.

8. Правила допуску транспортних засобів до вуличного руху StVZO.

9. Стандарт США ASAE S365.3IUL97 «Контрольні процедури для гальмівних систем та критерії ефективності гальмування для сільгоспобладнання».

10. ДСТУ ISO 5697:2005 Засоби транспортні сільськогосподарські та лісгосподарські. Визначення гальмівних характеристик.

11. ГОСТ 12.2.002.3-91 ССБТ. Сельскохозяйственные и лесные транспортные средства. Определение тормозных характеристик.

12. СОУ 74.3-37-04604309-007:2013. Техніка сільськогосподарська. Системи гальмування самохідних сільськогосподарських машин. Методи випробувань.

### ***Аннотація***

*В статтю приведені результати аналітичних досліджень по формуванню общих потребований к тормозным системам сельхозмашин с гидростатическим приводом ведущих колес с разработкой соответствующего СОУ УкрНИИПИТ им Л. Погорелого .*

### ***Summary***

*The results of analytical studies on the formation of the general requirements to braking systems on agricultural machines with hydrostatic traction of drive wheels and the appropriate standard developed by L. Pogorilyy UkrNDIPVT is presented.*